

Descrição do Sistema IMAGO
para Processamento Digital de Imagens

Eduardo G. Galucio, Raul A. Nunes e Sidnei Paciornik
Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia PUC/RJ
Caixa Postal 38008 - Rio de Janeiro - RJ

RESUMO

Este artigo atualiza a descrição original do sistema ⁽¹⁾ para processamento digital de imagens denominado IMAGO.

1 - APRESENTAÇÃO

O IMAGO está sendo desenvolvido em torno de um "hardware" que captura quadros de vídeo padrão e fornece 244 x 256 pontos por tela com 64 tons de cinza por ponto. No entanto, graças a sua estrutura modular, o sistema pode ser facilmente adaptado a diferentes digitalizadores.

Como estratégia de desenvolvimento optou-se por implementar funções genéricas para processamento de imagens para, em seguida, trabalhar com funções específicas dedicadas ao tratamento de imagens de microscopia na área de metalografia. Desta forma, em seu estágio atual, o sistema tanto pode ser usado como ponto de partida para desenvolvimento em outras áreas onde exista aplicação para processamento digital de imagens, quanto como um sistema dedicado para automatizar (com vantagens de tempo e precisão) procedimentos manuais de metalografia quantitativa.

Coerente com a generalidade proposta para o sistema, criou-se uma interface com o usuário que, ao fazer uso de menus estruturados em janelas com sistema de ajuda e versatilidade na rede finição de parâmetros, permite uma interação amigável que reduz consideravelmente a dificuldade de operação.

2 - PRINCIPAIS MÓDULOS DO SISTEMA

A) Visualização

O sistema IMAGO possui diversas formas de apresentar a imagem

antes e após seu processamento. A primeira delas utiliza um "hardware" específico e um monitor externo. Os outros modos utilizam o próprio monitor do computador, apesar dos poucos tons de cinza normalmente disponíveis. Para compensar esta limitação, desenvolveu-se simulação de tons baseada em um algoritmo de difusão de erro⁽²⁾. Pode-se também utilizar a capacidade de cores do computador apresentando a imagem em pseudo-cor.

Visando facilitar processos de comparação pode-se visualizar várias imagens simultaneamente, em diferentes tamanhos posições.

A imagem pode também ser impressa em papel em diversos tamanhos em impressora matricial ou impressora laser.

B) Operações

B.1) Operações pontuais

Na operação pontual uma única imagem de entrada leva a uma imagem de saída de forma que a intensidade de cada ponto na saída depende apenas da intensidade do ponto correspondente na entrada.

Em nosso sistema estão implementadas diversas funções de forma parametrizada tais como binarização, trinarização, inversão, realce de contraste, soma e multiplicação dos tons da imagem por uma constante e funções não lineares que alteram a relação entre os tons.

B.2) Operações algébricas

Operações algébricas são aquelas que produzem uma saída que é a soma, subtração, multiplicação ou divisão de duas imagens de entrada.

Dois usos relevantes para este tipo de operação são a melhoria da relação sinal-ruído através do cálculo da média de vários quadros da mesma cena contendo ruído aditivo randômico e remoção de um padrão conhecido e indesejável de uma imagem (p.ex. eliminação de defeitos do processo de digitalização).

B.3) Operações geométricas

Nas operações geométricas altera-se a relação entre os diversos objetos de uma imagem. Isto é obtido através de interpolação de níveis de cinza, o que pode significar uma ampliação ou redução da imagem original.

Diversos tipos de interpolação, com maior ou menor custo computacional estão disponíveis tais como aproximação por primeiros vizinhos, interpolação bilinear⁽³⁾ ou através da função sinc⁽⁴⁾.

B.4) Operações locais

Nas operações locais o nível de cinza de um ponto da imagem de saída é função da vizinhança do ponto correspondente na imagem de entrada. Nesta categoria estão as operações de convolução realizadas no domínio espacial e outros filtros não lineares. Estas operações tem basicamente dois objetivos: detecção de borda com filtros passa-alta e suavização de regiões utilizando filtros passa-baixa.

Os métodos de detecção de bordas podem ser divididos em duas categorias: métodos de realce e métodos de adaptação de bordas (edge fitting). Nos de realce encontra-se operadores diferenciais (p.ex. Sobel e Laplaciano⁽⁵⁾) e operadores direcionais. Estes últimos são, em nosso caso, operadores lineares em que as máscaras de convolução podem ser escolhidas dentre uma vasta gama de opções. Nos métodos de adaptação de bordas um algoritmo de perseguição de bordas⁽⁴⁾ está disponível.

Visando obter suavização de imagens os seguintes filtros estão disponíveis tais como filtro de média⁽⁵⁾, filtro da média com k vizinhos de tons mais próximos⁽⁶⁾, filtro da ordem, que envolve a ordenação dos tons de uma vizinhança e a escolha de um deles para substituir o ponto central (p.ex. filtro mediana) e suavização com vizinhança selecionada por variância na qual é obtida a média dos tons em uma vizinhança que é selecionada entre várias seguindo o critério de menor variância de tons.

B.5) Operações realizadas no domínio da frequência

Consistem no cálculo de uma transformada bidimensional de Fourier alteração da imagem no espaço transformado, e retorno ao domínio espacial através da transformada inversa. Estas operações são operações de convolução onde a vizinhança passa a ser não apenas local, mas toda a imagem.

Estão implementados as convoluções com gaussianas bidimensionais ou unidimensionais, diferenças de gaussianas, ou com o laplaciano da gaussiana. Este tipo de operação permite também realizar interpolação visando ampliação da imagem.

B.6) Operações Morfológicas

Numa imagem segmentada em regiões pode-se realizar as operações de erosão e dilatação destas regiões (5).

C) Utilitários

Neste módulo do sistema estão implementados recursos para armazenamento de imagens na forma comprimida (4), apresentação de histogramas em diversos formatos, corte em linha e recursos ao nível de sistema operacional.

D) Segmentação

Quando há necessidade de analisar imagens para obter informações quantitativas sobre o objeto visualizado, como é o caso da metalografia quantitativa, é necessário, na maior parte das vezes, segmentar a imagem em regiões.

Um caso particular muito relevante é a binarização. A partir de uma imagem binarizada é possível calcular áreas, perímetros, distâncias, além de outras medidas mais específicas de metalografia.

O IMAGO implementa este processo através de diferentes algoritmos que se enquadram como operações pontuais - com escolha manual ou automática (8) de um tom de corte - ou de identificação de bordas - através de perseguição de bordas ou ainda utilizando o "zero-crossing" da convolução com o laplaciano da gaussiana (7).

3 - CONCLUSÃO

Atualmente o sistema IMAGO está sendo utilizado no tratamento de imagens para metalografia. Sua configuração permite diversos outros usos.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - E.G. Galucio, S.Paciornik, R.A. Nunes e L.C. Scavarda do Carmo - Anais do II SIBGRAPI - (1989)
- 2 - D.Knuth - ACM Trans. Graph. 6, 245-273 (1987)
- 3 - K.R. Castleman - Digital Image Processing- Prentice (1979)
- 4 - N.G.A. Mascarenhas e F.R.D.Velasco - Processamento Digital de Imagens (1984)
- 5 - W.K. Pratt - Digital Image Processing - Wiley (1978)
- 6 - A.A. Araújo - Apostila do IX Congresso da SBC (1989)
- 7 - D.Marr - Vision - Freeman (1982)
- 8 - Y.Shirai - Three Dimensional Computer Vision, Springer Verlag